

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran lingkungan telah menjadi masalah besar bagi masyarakat di era modern sekarang ini. Di antara masalah yang paling penting untuk menjadi perhatian adalah keterbatasan sumber daya air bersih yang disebabkan oleh limbah dari industri tekstil berupa zat pewarna yang berbahaya bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup perairan¹. Zat warna ini diidentifikasi sebagai kontaminan kimia yang paling besar dalam menyebabkan polusi air karena sebagian besar tidak bisa didegradasi oleh mikroba secara alami². Berbagai zat warna yang biasa digunakan pada industri tekstil yaitu seperti *Rodamin B*, *Direct Red*, *Direct Yellow*, dan *Metilen Blue*. Zat warna tersebut pada umumnya mengandung gugus azo ($N=N$) yang bersifat racun dan karsinogen dalam tubuh³. Oleh karena itu, penghilangan polutan di dalam air menjadi masalah yang harus segera diselesaikan. Beberapa metode telah dilakukan untuk mendegradasi polutan dalam air seperti; sedimentasi, adsorpsi, presipitasi kimia dan beberapa cara biologis lainnya. Metode-metode tersebut telah banyak dilakukan sebelumnya tetapi masih belum efisien karena menghasilkan limbah baru².

Fotokatalisis dinilai sebagai metode yang efisien dalam mendegradasi zat warna karena hemat biaya, ramah lingkungan dan stabil. Berbagai semikonduktor seperti TiO_2 , ZnO , Fe_2O_3 , CdS , CdO , dan ZnS telah terbukti sebagai fotokatalis yang cocok untuk menghilangkan polutan organik dalam air⁴. Sebagai fotokatalis, ZnO telah mendapat perhatian khusus karena aktivitas fotokatalitiknya yang baik. Selain itu material ZnO memiliki kelebihan yaitu ramah lingkungan, stabil secara kimia, mudah dibuat, morfologi yang terkendali, dan memiliki fotosensitivitas yang tinggi. Namun, disisi lain fotokatalis ZnO memiliki celah pita yang cukup lebar (3-4 eV) yang menyebabkan material ini efektif menyerap pada daerah sinar UV dan sedikit pada sinar tampak. Oleh karena itu material ini dinilai kurang efisien jika digunakan sebagai fotokatalis di bawah sinar matahari karena hanya sekitar 4% dari sinar matahari yang dapat diserap oleh ZnO ⁵.

Berbagai upaya telah diterapkan untuk memperluas respon foto ZnO ke daerah cahaya tampak (~43% dari cahaya matahari). Salah satunya yaitu dengan menggabungkan dua semikonduktor membentuk heterostruktur p-n. ZnO adalah semikonduktor tipe-n yang dapat dikombinasikan dengan semikonduktor tipe-p untuk membentuk fotokatalis

heterostruktur p-n. Secara praktis, beberapa semikonduktor heterostruktur yang memiliki aktivitas fotokatalitik baik telah dipublikasikan seperti $\text{Bi}_2\text{S}_3/\text{ZnO}$, CdWO_4/ZnO , $\text{CuInSe}_2/\text{ZnO}$, $\text{Dy}_2\text{O}_3/\text{ZnO}$, dan SnO_2/ZnO ⁶.

Oksida tipe spinel, MFe_2O_4 (M = Co, Ni, Cu, Zn, dll.) merupakan semikonduktor tipe-p yang bersifat magnetik dan menarik perhatian peneliti. Hal ini disebabkan karena aplikasinya yang potensial sebagai sensor gas, katalisis, pengantar obat, diagnosis medis, perangkat elektronik, penyimpanan data, biosensor, aplikasi antitumor, dan lain-lain⁷. Dalam kelompok senyawa ini, tembaga ferit (CuFe_2O_4) mendapat perhatian karena sifatnya menarik seperti mudah didaur ulang, bersifat magnetik, stabil secara kimia dan struktur, dan daerah penyerapan yang lebih luas. Namun, serbuk oksida ini menunjukkan luas permukaan rendah, morfologi tidak teratur, dan aglomerasi partikel yang menghasilkan aktivitas katalitik terbatas. Oleh karena itu penggabungan dengan ZnO diyakini mampu menghasilkan sifat fotokatalitik yang baik di bawah sinar matahari⁸. Dalam mensintesis material komposit $\text{ZnO}/\text{MFe}_2\text{O}_4$ berbagai metode sintesis telah dilakukan, seperti metode presipitasi untuk sintesis $(\text{ZnO}/\text{CuFe}_2\text{O}_4)$ ⁹; $(\text{ZnO}/\text{ZnFe}_2\text{O}_4)$ ¹⁰, *solid state* untuk $(\text{ZnO}/\text{NiFe}_2\text{O}_4)$ ⁴, *combustion reaction* untuk $(\text{ZnO}/\text{CoFe}_2\text{O}_4)$ ¹¹, hidrotermal untuk $(\text{ZnO}/\text{ZnFe}_2\text{O}_4)$ ¹², dan solvothermal untuk $(\text{ZnO}/\text{NiFe}_2\text{O}_4)$ ¹³. Metode-metode tersebut memiliki kelemahan seperti: menggunakan suhu tinggi, prosedur rumit, reagen kimia yang beracun, instrumen khusus, menghasilkan sejumlah besar limbah, mahal dan membutuhkan energi serta waktu sintesis yang lama¹⁴. Kelemahan ini mengakibatkan adanya ancaman dalam peningkatan jumlah polusi sehingga menuntut peneliti dalam pengembangan *green chemistry* dan proses biologis untuk membuat, mendaur ulang, dan meminimalisir penggunaan material. Penggunaan tanaman dalam sintesis material anorganik dinilai lebih baik karena tidak beracun, aman, dan biokompatibel¹⁵.

Material komposit $\text{ZnO}/\text{MFe}_2\text{O}_4$ ini selain memiliki kemampuan sebagai fotokatalis juga mempunyai kemampuan sebagai zat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri di perairan¹⁶. Saat ini telah banyak laporan tentang dekomposisi fotokatalitik senyawa organik dalam air menggunakan fotokatalis semikonduktor. Namun, masih sedikit informasi mengenai sifat antimikrobanya². Maka dari itu, pada penelitian ini akan dikembangkan metode sintesis material komposit $\text{ZnO}/\text{CuFe}_2\text{O}_4$ secara hidrotermal melalui pendekatan *green chemistry* menggunakan ekstrak kulit

rambutan (*Nephelium lappaceum L.*) sebagai *capping agent* untuk degradasi rodamin B dalam air dengan bantuan sinar matahari dan uji aktivitasnya sebagai antibakteri.

Material komposit yang dihasilkan dikarakterisasi dengan menggunakan peralatan seperti XRD, SEM, DRS UV-Vis, FT-IR, dan VSM yang tujuannya untuk melihat struktur dan ukuran kristal, morfologi, sifat optis, interaksi atom dan gugus fungsi serta sifat magnetnya. Sifat katalitik sampel yang dihasilkan diuji dengan beberapa parameter yang mempengaruhi sifat katalitik juga dianalisis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan bahwa :

1. Apakah kulit rambutan dapat digunakan dalam sintesis material komposit magnetik ZnO/CuFe₂O₄?
2. Bagaimana sifat material yang dihasilkan secara optimal?
3. Apakah material komposit magnetik ZnO/CuFe₂O₄ dapat digunakan sebagai fotokatalis untuk degradasi zat warna Rodamin B.?
4. Bagaimana kemampuannya sebagai zat antibakteri?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Dari rumusan masalah tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk :
2. Melakukan sintesis material komposit magnetik ZnO/CuFe₂O₄ melalui metode hidrotermal dengan menggunakan ekstrak kulit rambutan sebagai *capping agent*.
3. Mengarakterisasi material magnetik yang didapatkan menggunakan XRD, FTIR, DRS UV-Vis, SEM, dan VSM.
4. Menguji sifat fotokatalitik material magnetik ZnO/CuFe₂O₄ terhadap degradasi zat warna Rodamin B. dan kemampuannya sebagai zat antibakteri.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan manfaat tentang penggunaan ekstrak kulit rambutan (*Nephelium lappaceum L.*) sebagai *capping agent* untuk pembentukan material komposit magnetik ZnO/CuFe₂O₄ serta karakterisasinya yang bermanfaat sebagai solusi dari permasalahan lingkungan terutama perairan dan mengetahui kemampuannya sebagai antibakteri.